

Image transmission system for endoscopes and method of producing a rod lens

Publication number: DE19910050

Publication date: 2000-09-28

Inventor: LEI FANG (DE)

Applicant: STORZ KARL GMBH & CO KG (DE)

Classification:

- international: *B24B13/00; G02B3/00; G02B13/00; G02B23/24; G02B25/00; B24B13/00; G02B3/00; G02B13/00; G02B23/24; G02B25/00; (IPC1-7): G02B23/24; B24B13/00; G02B13/00*

- european:

Application number: DE19991010050 19990308

Priority number(s): DE19991010050 19990308

Also published as:

WO0054089 (A1)
EP1159643 (A1)
US7002741 (B2)
US2002057501 (A1)
EP1159643 (A0)

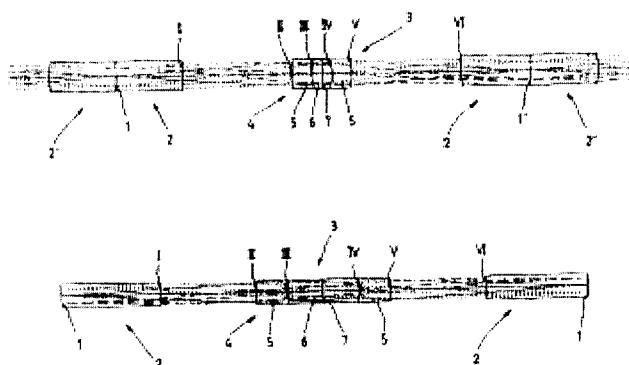
more >>

Report a data error here

Abstract not available for DE19910050

Abstract of corresponding document: **US2002057501**

The invention relates to an image transmission system for endoscopes and similar viewing tubes with at least one rod lens (2) and at least one additional lens system (3). In order to produce an image transmission system of simple and economical construction, it is proposed in accordance with the invention that the minimum of one rod lens (2) should be constructed as a plano-convex lens whose length corresponds to the curvature radius of its convex terminal surface. In addition, the invention relates to a process for producing a rod lens for an image transmission system as well as an endoscope equipped with such an image transmission system.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 10 050 A 1**

⑤① Int. Cl.⁷:
G 02 B 23/24
B 24 B 13/00
G 02 B 13/00

⑲ Aktenzeichen: 199 10 050.0
⑳ Anmeldetag: 8. 3. 1999
㉔ Offenlegungstag: 28. 9. 2000

DE 199 10 050 A 1

⑦① Anmelder:
Karl Storz GmbH & Co. KG, 78532 Tuttlingen, DE

⑦④ Vertreter:
Hofmeister, F., Dipl.-Ing., Pat.-Anw., 40878 Ratingen

⑦② Erfinder:
Lei, Fang, Dr., 78591 Durchhausen, DE

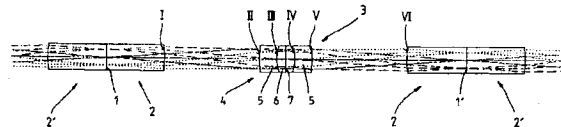
⑤⑥ Entgegenhaltungen:
DE 28 37 119 A1
EP 4 52 053 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Bildübertragungssystem für Endoskope und dgl. Sehrohre sowie Verfahren zur Herstellung einer Stablinse

⑤⑦ Die Erfindung betrifft ein Bildübertragungssystem für Endoskope und dgl. Sehrohre mit mindestens einer Stablinse (2) und mit mindestens einem weiteren Linsensystem (3). Um ein einfach und kostengünstig aufgebautes Bildübertragungssystem bereitzustellen, welches eine gute Korrektur der Bildfeldkrümmung gewährleistet, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, daß mindestens eine Stablinse (2) als plankonvexe Linse ausgebildet ist, deren Länge im wesentlichen dem Krümmungsradius ihrer konvexen Endfläche entspricht. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Stablinse (2).



DE 199 10 050 A 1

Die Erfindung betrifft ein Bildübertragungssystem für Endoskope und dgl. Sehrohre mit mindestens einer Stablinse und mindestens einem weiteren Linsensystem. Weiterhin betrifft die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Stablinse.

Derartige auch Relaislinsensysteme genannte Bildübertragungssysteme werden insbesondere für Endoskope, aber auch für andere Sehrohre wie Technoskope, Cystoskope, Periskope und dgl. verwendet. Endoskope bestehen aus einem Okularteil, der das Okular enthält, sowie einem länglichen Schaft, in dem weitere optische Bauteile untergebracht sind. Bei diesen weiteren optischen Bauteilen handelt es sich um das am vorderen (distalen) Ende des Endoskopes befindliche Objektiv und um Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensysteme. Das Objektiv nimmt die zu beobachtende Szene auf und entwirft in einer ersten Zwischenbildebene ein Zwischenbild. Dieses Zwischenbild wird von einem Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensystem erneut abgebildet und in die nächste Zwischenbildebene weitergeleitet, von wo ein weiteres Bildübertragungs- bzw. Relaislinsensystem die Weiterleitung zur nächsten Zwischenbildebene übernimmt, bis das Bild zum Okular gelangt.

Die Verwendung von Stablinsen zur Ausbildung von Bildübertragungssystemen ist erstmals von Prof. Hopkins in der GB-PS 954 629 vorgeschlagen worden. Gemäß diesem grundsätzlichen Vorschlag von Prof. Hopkins besteht jedes Bildübertragungssystem aus zwei bikonvexen stabförmigen Linsen und wenigstens zwei weiteren Meniskuslinsen. Durch die Kombination von stabförmigen bikonvexen Linsen mit Meniskuslinsen läßt sich zum einen eine große Bildhelligkeit erzielen, zum anderen lassen sich die bei Bildübertragungssystemen störenden Bildfehler wie Astigmatismus und Bildfeldkrümmung hinreichend gut kompensieren.

Ausgehend von den Arbeiten von Prof. Hopkins sind in der Folge eine Vielzahl von abgewandelten Bildübertragungssystemen entwickelt und beschrieben worden, bei denen ebenfalls stabförmige Linsenelemente verwendet wurden.

Ein solches weiteres Bildübertragungssystem ist beispielsweise aus der EP-B1-0 310 640 bekannt. Bei diesem bekannten weiterentwickelten Bildübertragungssystem bestehen die Stablinsen aus konvex/konkaven Linsen, deren konkaven Flächen der Mittelebene zugekehrt sind und die mit jeweils einem weiteren Linsensystem verkittet sind. Die weiteren Linsensysteme sind bikonvexe Einzellinsen, wobei die konkaven Flächen der Stablinsen jeweils mit einer der konvexen Flächen der weiteren Linsensysteme verkittet sind. Dieses bekannte Bildübertragungssystem ermöglicht zwar eine gute Korrektur des Astigmatismus und der Bildfeldkrümmung, jedoch weisen die konventionellen Stablinsen den Nachteil auf, daß sie im allgemeinen über zwei sphärische Endflächen verfügen, die individuell angefertigt und mindestens noch an eine weitere Linse angekittet sind. Dies erfordert einen aufwendigen und kostenintensiven Fertigungsprozeß.

Ausgehend von diesem Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Bildübertragungssystem der eingangs genannten Art zu schaffen, das mit möglichst einfachen Stablinsen herzustellen ist und eine gute Korrektur der Bildfeldkrümmung gewährleistet. Verfahrensmäßig liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein einfach zu handhabendes und wirtschaftlich arbeitendes Verfahren zur Herstellung der Stablinsen bereitzustellen.

Die produktmäßige Lösung dieser Aufgabenstellung ist erfindungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Stablinse als plankonvexe Linse ausgebildet ist, deren Länge im wesentlichen dem Krümmungsradius ihrer konvexen Endfläche entspricht.

Diese erfindungsgemäße Ausbildung der Stablinsen als halbe Kugellinsen ermöglicht einen einfachen symmetrischen Aufbau des Bildübertragungssystems. Die solchermaßen ausgebildeten Stablinsen lassen sich beispielsweise kostengünstig aus Kugellinsen herstellen, die zur Herstellung von zwei Stablinsen entlang der Mittelebene getrennt werden.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die Stablinsen zweier hintereinander angeordneter Bildübertragungssysteme über ihre planen Endflächen miteinander verkittet. Durch dieses direkte Aneinanderfügen zweier Stablinsen ist es möglich, eine weitere Glas-Luft-Fläche aus dem Bildübertragungssystem zu eliminieren.

Ein bedeutender Kostenvorteil und eine deutliche Vereinfachung des Produktionsprozesses kann erfindungsgemäß dadurch erzielt werden, daß zwei hintereinander angeordnete Stablinsen als Kugellinse ausgebildet sind, deren Länge im wesentlichen doppelt so groß ist, wie der Krümmungsradius der beiden konvexen Endflächen. Eine solche Ausbildung zweier Stablinsen als insbesondere einstückige Kugellinse ist ohne wesentliche Veränderungen des Bildübertragungssystems möglich, da die planen Endflächen der Stablinsen keine optisch relevante Wirkung entfalten und so zugunsten einer einfach und kostengünstig zu fertigenden Kugellinse aufgegeben werden können. Im Vergleich zu konventionellen Bildübertragungssystemen ist dieses System außerdem sehr gut für die Korrektur der Bildfeldkrümmung, insbesondere in tangentialer Richtung, geeignet.

Weiterhin wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß das mindestens eine weitere Linsensystem symmetrisch zwischen zwei mit ihren konvexen Endflächen einander zugewandten Stablinsen angeordnet ist.

Das mindestens eine weitere Linsensystem besteht erfindungsgemäß aus mindestens drei Linsen, wobei dieses Linsensystem vorteilhafterweise symmetrisch aufgebaut ist und die Brechkraft der beiden äußeren Linsen das entgegengesetzte Vorzeichen zu der der mindestens einen mittleren Linse hat.

Gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung ist das weitere Linsensystem als aus drei miteinander verkitteten Linsen bestehendes Triplet ausgebildet. Durch diese erfindungsgemäße Ausbildung des weiteren Linsensystems als aus drei miteinander verkitteten Linsen bestehendes Triplet wird die Zahl der Glas-Luft-Flächen des Bildübertragungssystems weiter reduziert.

Gemäß einer zweiten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Bildübertragungssystems wird vorgeschlagen, daß das weitere Linsensystem als zwei aus jeweils zwei miteinander verkitteten Linsen bestehende Dublets ausgebildet ist. Dabei kann zwischen den Dublets ein Luftabstand vorgesehen sein. Als alternative Variante zur Ausbildung des mindestens einen weiteren Linsensystems als Triplet weist die Verwendung der beiden Dublets zwar zwei zusätzliche Glas-Luft-Flächen und somit einen Reflektionsverlust der Lichtenergie auf, jedoch ist auch diese Ausgestaltungsform des Bildübertragungssystems aufgrund der Verwendung der Kugellinsen als Stablinsen kostengünstig und einfach herstellbar und weist eine sehr gute Korrektur der Bildfeldkrümmung auf.

Die Form der mittleren Linse (beim Triplet) bzw. der mittleren Linsen (bei den Dublets) hängt von der gewählten

Glassorte ab. Gemäß einer ersten praktischen Ausführungsform sind unter der Bedingung

$$n_m < n_a$$

die äußeren Linsen des weiteren Linsensystems als konvex/konkave Meniskuslinsen und die eine (Triplet) oder zwei (Dublets) mittlere(n) Linse(n) als bikonvexe Linse(n) ausgebildet, wobei n_m der Brechungsindex der mittleren Linse(n) und n_a der Brechungsindex der äußeren Linsen ist.

Unter der Bedingung

$$n_m > n_a$$

sind gemäß einer zweiten praktischen Ausführungsform die äußeren Linsen des weiteren Linsensystems als bikonvexe Linsen und die eine (Triplet) oder zwei (Dublets) mittlere(n) Linse(n) als bikonkave Linse(n) ausgebildet, wobei n_m der Brechungsindex der mittleren Linse(n) und n_a der Brechungsindex der äußeren Linsen ist.

Gemäß einer besonders vorteilhaften Ausführungsform des als Triplet ausgebildeten weiteren Linsensystems ist die mittlere Linse des weiteren Linsensystems als bikonvexe Kugellinse ausgebildet, deren Länge doppelt so groß ist wie der Krümmungsradius ihrer beiden Endflächen. Ebenso wie bei der Ausbildung der Stablinse als Kugellinse ist auch die Ausbildung der mittleren Linse des Triplets als Kugellinse besonders kostengünstig.

Durch das Verkitten der mittleren Kugellinse des Triplets mit den beiden identischen äußeren Linsen bildet das Triplet quasi eine weitere Stablinse deren Blendenebene in der Mittelebene der als Kugellinse ausgebildeten mittleren Linse des weiteren Linsensystems liegt.

Schließlich wird mit der Erfindung vorgeschlagen, daß aufgrund der Ausbildung der beiden Stablinse als Kugellinsen die Zwischenbilder in den Mittelebenen der als Kugellinsen ausgebildeten Stablinse liegen.

Die verfahrensmäßige Lösung der Aufgabenstellung ist erfindungsgemäß gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

- a) Herstellen einer Glaskugel, deren Radius dem Krümmungsradius der konvexen Endfläche der Stablinse entspricht und
- b) Ausarbeiten eines im wesentlichen zylindrischen Glasstabes aus der Glaskugel.

Das Herstellen einer Glaskugel stellt im Vergleich zur Herstellung langer Stablinse mit einem kleinen Durchmesser einen relativ einfachen Vorgang dar.

Der im Verfahrensschritt b) hergestellte zylindrische Glasstab entspricht zwei direkt aneinander angeformten erfindungsgemäßen Stablinse. Zum Ausbilden einer einzelnen Stablinse, also einer halben Kugellinse, schließt sich an den Verfahrensschritt b) einer weiterer Verfahrensschritt an, in dem der zylindrische Glasstab entlang dessen Mittelebene halbiert wird.

Das Ausarbeiten des zylindrischen Glasstabes im Verfahrensschritt b) erfolgt gemäß einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens dadurch, daß aus der Glaskugel ein Bohrkern entnommen wird, dessen Achse im wesentlichen durch den Mittelpunkt der Glaskugel verläuft.

Gemäß einem alternativen Bearbeitungsverfahren erfolgt das Ausarbeiten des Glasstabes durch Abschleifen der Glaskugel.

Dieses erfindungsgemäße Verfahren zur Herstellung von Stablinse bietet die größten Vorteile bei der Herstellung von Stablinse kleiner Länge.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung der zugehörigen Zeichnung, in der vier Ausführungsbeispiele eines erfindungsgemäßen Bildübertragungssystems schematisch dargestellt sind. In der Zeichnung zeigt:

Fig. 1 einen beispielhaften schematischen Längsschnitt durch die Anordnung der Linsen in einem Endoskop;

Fig. 2 einen schematischen Längsschnitt durch eine erste Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bildübertragungssystems, bei dem das weitere Linsensystem als Triplet mit einer bikonvexen mittleren Linse und konvex/konkaven äußeren Linsen ausgestaltet ist;

Fig. 3 ein Bildübertragungssystem gemäß einer zweiten Ausführungsform, bei dem die mittlere Linse des Triplets als Kugellinse ausgebildet ist;

Fig. 4 eine dritte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bildübertragungssystems, bei dem die mittlere Linse des Triplets als bikonkave Linse ausgebildet ist und die äußeren Linsen als bikonvexe Linsen ausgebildet sind und

Fig. 5 einen schematischen Längsschnitt durch eine vierte Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Bildübertragungssystems, bei dem das weitere Linsensystem aus zwei Dublets besteht, deren mittleren Linsen bikonvex und deren äußeren Linsen konkav/konvex ausgebildet sind.

Die Abbildung **Fig. 1** zeigt schematisch die vollständige Anordnung der Linsen in einem Endoskop. Das dargestellte optische System besteht aus insgesamt sieben Bildübertragungssystemen, die jeweils von einer Zwischenbildebene zur nächsten reichen. Da die Zwischenbildebene in der Mittelebene 1 der Stablinse 2 liegen, umfaßt daher jedes Bildübertragungssystem jeweils zwei "halbe" Stablinse 2 und jeweils ein weiteres Linsensystem 3.

Das in **Fig. 2** dargestellte Bildübertragungssystem besteht aus zwei bikonvexen, als Kugellinsen ausgebildeten Stablinse 2 und einem als Triplet 4 ausgebildeten und symmetrisch zwischen den beiden Stablinse 2 angeordneten weiteren Linsensystem 3. Da jedes Bildübertragungssystem aus zwei plankonvexen Stablinse 2 besteht, sind bei der Ausführungsform gemäß **Fig. 2**, bei der zwei Stablinse 2 zweier hintereinander angeordneter Bildübertragungssysteme zu einer gemeinsamen Kugellinse zusammengefaßt sind, die Bezugszeichen, die sich auf ein zweites System beziehen, mit ' gekennzeichnet.

Die die Stablinse 2 bildenden Kugellinsen zeichnen sich dadurch aus, daß sie an beiden Endflächen den gleichen

Krümmungsradius aufweisen und die Länge jeder Stablinse 2 im wesentlichen gleich dem doppelten Krümmungsradius der Endflächen der Stablinse 2 ist.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten ersten Ausführungsbeispiel besteht das Triplet 4 des weiteren Linsensystems 3 aus zwei äußeren identischen Linsen 5, die als konkav/konvexe Meniskuslinsen ausgebildet sind. Die zwischen den beiden äußeren Linsen 5 angeordnete und mit diesen verkittete mittlere Linse 6 ist als bikonvexe Linse ausgebildet.

Ferner ist in Fig. 2 der Strahlenverlauf dargestellt. Wie aus diesem Strahlenverlauf ersichtlich, befinden sich bei der Verwendung von Kugellinsen als Stablinse 2 die Zwischenbilder in der Mittelebene 1 der Kugellinsen. Die Blendenebene des Bildübertragungssystems befindet sich in der Mittelebene 7 der mittleren Linse 6.

Fig. 3 zeigt eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Ausführungsform gemäß Fig. 2 mit einer bikonvexen mittleren Linse 6 für das Triplet 4. Bei dieser Ausgestaltungsform ist die mittlere Linse 6 ebenso wie die beiden Stablinse 2 als Kugellinse ausgebildet, deren beide Endflächen den gleichen Krümmungsradius aufweisen und deren Länge doppelt so groß ist wie der Krümmungsradius ihrer beiden Endflächen. Die Blendenebene des Bildübertragungssystems befindet sich in der Mittelebene 7 der als Kugellinse ausgebildeten mittleren Linse 6.

Bei der Darstellung gemäß Fig. 3 sowie den Darstellungen gemäß Fig. 4 und 5 sind aus Gründen einer übersichtlichen Darstellung die beiden als Kugellinsen ausgebildeten Stablinse nur zur Hälfte dargestellt, d. h., daß diese Abbildungen jeweils ein komplettes Bildübertragungssystem darstellen.

Während ein Triplet 4 mit einer bikonvexen mittleren Linse 6 und zwei äußeren konvexen/konkaven Linsen 5 verwendet wird, wenn der Brechungsindex n_m der mittleren Linse 6 kleiner ist als der Brechungsindex n_a der äußeren Linsen 5, wird bei einer umgekehrten Beziehung die mittlere Linse 6 als bikonkave Linse ausgebildet und sind die äußeren Linsen 5 als bikonvexe Linsen ausgebildet, wie dies in Fig. 4 dargestellt ist.

Die in Fig. 5 dargestellte vierte Ausführungsform eines Bildübertragungssystems unterscheidet sich von den Ausführungen gemäß Fig. 2 bis 4 dadurch, daß das symmetrisch zwischen den beiden Stablinse 2 angeordnete weitere Linsensystem 3 nicht als Triplet 4 ausgebildet ist, sondern aus zwei mit Abstand zueinander angeordneten Dublets 8 besteht. Bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel bestehen die äußeren Linsen 5 aus konvex/konkaven Meniskuslinsen, während die mittleren Linsen 6 als bikonvexe oder plankonvexe Linsen ausgebildet sind. Selbstverständlich ist es auch hier in Abhängigkeit vom Brechungsindex n_m der mittleren Linsen 6 in Beziehung zum Brechungsindex n_a der äußeren Linsen 5 möglich, die äußeren Linsen 5 als bikonvexe oder plankonvexe Linsen auszubilden, während die inneren Linsen 6 als bikonkave, plankonkave, plankonvexe oder konvex/konkave Linsen ausgebildet sind.

Nachstehend werden für die in den Abbildungen Fig. 2 bis 4 dargestellten Ausführungsformen jeweils zwei konkrete Ausführungsbeispiele vorgestellt. Die Ausführungsbeispiele in den Tabellen 1 und 2 beziehen sich auf eine Ausführungsform gemäß Fig. 2, die Ausführungsbeispiele gemäß den Tabellen 3 und 4 auf die Ausführungsform gemäß Fig. 3 und die Ausführungsbeispiele gemäß den Tabellen 5 und 6 auf die Ausführungsform gemäß Fig. 4. Die in den Tabellen angegebenen optisch wirksamen Flächen sind in den Abbildungen Fig. 2 bis 4 mit den römischen Zahlen I bis VI gekennzeichnet. Die Werte für die Abbe'schen Zahlen sind in den Tabellen auf eine Stelle nach dem Komma gerundet. Unter Verwendung üblicher Optik-Design-Programme lassen sich die genauen Zahlenwerte sowie Variationen dieser angegebenen Werte leicht ermitteln.

Tabelle 1

Tabelle 1				
Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
I	(plan)	4,664	1,52	64,1
II	-4,664	7,5	Luft	---
III	5,158	1,4	1,85	32,2
IV	2,585	1,44	1,62	53,1
V	-2,585	1,4	1,85	32,2
VI	-5,158	7,5	Luft	---
1'	4,664	4,664	1,52	64,1
	(plan)			

DE 199 10 050 A 1

Tabelle 2

		Tabelle 2		
Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
		4,664	1,52	64,1
I	-4,664			
		7,36	Luft	---
II	6,467			
		1,33	1,85	32,2
III	2,661			
		2,16	1,72	47,9
IV	-2,661			
		1,33	1,85	32,2
V	-6,467			
		7,36	Luft	---
VI	4,664			
		4,664	1,52	64,1
1'	(plan)			

Tabelle 3

		Tabelle 3		
Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
		8,785	1,62	36,4
I	-8,785			
		8,36	Luft	---
II	6,300			
		2,77	1,85	32,2
III	3,208			
		6,416	1,57	57,5
IV	-3,208			
		2,77	1,85	32,2
V	-6,300			
		8,36	Luft	---
VI	8,785			
		8,785	1,62	36,4
1'	(plan)			

DE 199 10 050 A 1

Tabelle 4

		Tabelle 4		
5	Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex
				Abbe'sche Zahl
	1	(plan)		
10			7,286	1,52
	I	-7,286		64,1
			9,88	Luft
	II	11,800		---
15			3,0	1,85
	III	2,943		32,2
			5,886	1,81
20	IV	-2,943		40,6
			3,0	1,85
	V	-11,800		32,2
25			9,88	Luft
	VI	7,286		---
			7,286	1,52
	1'	(plan)		64,1
30				

Tabelle 5

		Tabelle 5		
35	Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex
				Abbe'sche Zahl
	1	(plan)		
40			5,309	1,62
	I	-5,309		36,4
			6,89	Luft
45	II	6,923		---
			1,2	1,64
	III	-1,693		60,1
50			2,4	1,66
	IV	1,693		50,9
			1,2	1,64
55	V	-6,923		50,1
			6,89	Luft
	VI	5,309		---
			5,309	1,62
60	1'	(plan)		36,4

65

Tabelle 6

Tabelle 6					
Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl	5
1	(plan)				
		5,085	1,62	36,4	10
I	-5,085				
		6,71	Luft	---	
II	6,043				15
		1,00	1,72	50,4	
III	-2,512				
		2,40	1,81	40,6	20
IV	2,512				
		1,00	1,72	50,4	
V	-6,043				25
		6,71	Luft	---	
VI	5,085				
		5,085	1,62	36,4	30
1'	(plan)				

Die solchermaßen ausgebildeten Bildübertragungssysteme zeichnen sich dadurch aus, daß durch die Verwendung von Kugellinsen als Stablinse **2** die Bildübertragungssysteme einfach und kostengünstig herstellbar sind und dabei eine besonders gute Korrektur der Bildfeldkrümmung erreicht wird.

Ergänzend zu den dargestellten und beschriebenen Ausführungsbeispielen wird darauf hingewiesen, daß selbstverständlich jederzeit optisch nicht wirksame Flächen, insbesondere Planflächen, in das Bildübertragungssystem eingefügt werden können, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Damit können beispielsweise die einzelnen Linsen auch aus mehreren Teilen aufgebaut sein. Die notwendigen Anpassungen der Daten der jeweils anderen Linsen bei der Verwendung mehrteiliger Linsen und/oder der Anordnung eines Luftspalts zwischen zwei Linsen können in bekannter Weise mit handelsüblichen Optik-Design-Programmen erfolgen.

Bezugszeichenliste

- 1, 1' Mittelebene
- 2, 2' Stablinse
- 3 weiteres Linsensystem
- 4 Triplet
- 5 äußere Linse
- 6 mittlere Linse
- 7 Mittelebene
- 8 Dublett
- I Fläche
- II Fläche
- III Fläche
- IV Fläche
- V Fläche
- VI Fläche

Patentansprüche

1. Bildübertragungssystem für Endoskope und dgl. Sehrohre mit mindestens einer Stablinse (2) und mindestens einem weiteren Linsensystem (3), **dadurch gekennzeichnet**, daß mindestens eine Stablinse (2) als plankonvexe Linse ausgebildet ist, deren Länge im wesentlichen dem Krümmungsradius ihrer konvexen Endfläche entspricht.
2. Bildübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Stablinse (2) zweier hintereinander angeordneter Bildübertragungssysteme über ihre planen Endflächen miteinander verkittet sind.
3. Bildübertragungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei hintereinander angeordnete Stablinse (2) als Kugellinse ausgebildet sind, deren Länge im wesentlichen doppelt so groß ist, wie der Krümmungsradius der beiden konvexen Endflächen.

4. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß das mindestens eine weitere Linsensystem (3) symmetrisch zwischen zwei mit ihren konvexen Endflächen einander zugewandten Stablinsen (2) angeordnet ist.

5. Bildübertragungssystem nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Linsensystem (3) aus mindestens drei Linsen besteht.

6. Bildübertragungssystem nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Linsensystem (3) symmetrisch aufgebaut ist und die Brechkraft der beiden äußeren Linsen (5) das entgegengesetzte Vorzeichen zu der der mindestens einen mittleren Linse (6) hat.

7. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Linsensystem (3) als aus drei miteinander verkitteten Linsen bestehendes Triplet (4) ausgebildet ist.

8. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß das weitere Linsensystem (3) als zwei aus jeweils zwei miteinander verkitteten Linsen bestehende Dublets (8) ausgebildet ist.

9. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß unter der Bedingung

$$n_m < n_a$$

die äußeren Linsen (5) des weiteren Linsensystems (3) als konvex/konkave Meniskuslinsen und die eine (Triplet 4) oder zwei (Dublets 8) mittlere(n) Linse(n) (6) als bikonvexe oder plankonvexe Linse(n) ausgebildet sind, wobei n_m der Brechungsindex der mittleren Linse(n) (6) und n_a der Brechungsindex der äußeren Linsen (5) ist.

10. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß unter der Bedingung

$$n_m > n_a$$

die äußeren Linsen (5) des weiteren Linsensystems (3) als bikonvexe oder plankonvexe Linsen und die eine (Triplet 4) oder zwei (Dublets 8) mittlere(n) Linse(n) (6) als bikonkave, plankonkave, plankonvexe oder konvex/konkave Linse(n) ausgebildet sind,

wobei

n_m der Brechungsindex der mittleren Linse(n) (6) und

n_a der Brechungsindex der äußeren Linsen (5) ist.

11. Bildübertragungssystem Anspruch 5 und 9, dadurch gekennzeichnet, daß die mittlere Linse (6) des weiteren Linsensystems (3) als bikonvexe Kugellinse ausgebildet ist, deren Länge doppelt so groß ist wie der Krümmungsradius ihrer beiden Endflächen.

12. Bildübertragungssystem nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Blendenebene in der Mittelebene (7) der mittleren Linse (6) des weiteren Linsensystems (3) liegt.

13. Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Zwischenbilder in der Mittelebene (1) der als Kugellinsen ausgebildeten Stablinsen (2) liegen.

14. Bildübertragungssystem nach Anspruch 7 und 9, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
I	(plan)			
		4,664	1,52	64,1
I	-4,664			
		7,5	Luft	---
II	5,158			
		1,4	1,85	32,2
III	2,585			
		1,44	1,62	53,1
IV	-2,585			
		1,4	1,85	32,2
V	-5,158			
		7,5	Luft	---
VI	4,664			
		4,664	1,52	64,1
I'	(plan)			

15. Bildübertragungssystem nach Anspruch 7 und 9, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

DE 199 10 050 A 1

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
		4,664	1,52	64,1
I	-4,664			
		7,36	Luft	---
II	6,467			
		1,33	1,85	32,2
III	2,661			
		2,16	1,72	47,9
IV	-2,661			
		1,33	1,85	32,2
V	-6,467			
		7,36	Luft	---
VI	4,664			
		4,664	1,52	64,1
1'	(plan)			

16. Bildübertragungssystem nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
		8,785	1,62	36,4
I	-8,785			
		8,36	Luft	---
II	6,300			
		2,77	1,85	32,2
III	3,208			
		6,416	1,57	57,5
IV	-3,208			
		2,77	1,85	32,2
V	-6,300			
		8,36	Luft	---
VI	8,785			
		8,785	1,62	36,4
1'	(plan)			

17. Bildübertragungssystem nach Anspruch 11, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
		7,286	1,52	64,1
I	-7,286			
		9,88	Luft	---
II	11,800			
		3,0	1,85	32,2
III	2,943			
		5,886	1,81	40,6
IV	-2,943			
		3,0	1,85	32,2
V	-11,800			
		9,88	Luft	---
VI	7,286			
		7,286	1,52	64,1
1'	(plan)			

18. Bildübertragungssystem nach Anspruch 7 und 10, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
I	-5,309	5,309	1,62	36,4
II	6,923	6,89	Luft	---
III	-1,693	1,2	1,64	60,1
IV	1,693	2,4	1,66	50,9
V	-6,923	1,2	1,64	50,1
VI	5,309	6,89	Luft	---
1'	(plan)	5,309	1,62	36,4

19. Bildübertragungssystem nach Anspruch 7 und 10, gekennzeichnet durch die folgenden Daten:

Fläche	Radius	Dicke	Brechungsindex	Abbe'sche Zahl
1	(plan)			
I	-5,085	5,085	1,62	36,4
II	6,043	6,71	Luft	---
III	-2,512	1,00	1,72	50,4
IV	2,512	2,40	1,81	40,6
V	-6,043	1,00	1,72	50,4
VI	5,085	6,71	Luft	---
1'	(plan)	5,085	1,62	36,4

20. Verfahren zur Herstellung einer Stablinse für ein Bildübertragungssystem nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 19, gekennzeichnet durch die Verfahrensschritte:

- Herstellen einer Glaskugel, deren Radius dem Krümmungsradius der konvexen Endfläche der Stablinse (2) entspricht,
- Ausarbeiten eines im wesentlichen zylindrischen Glasstabes aus der Glaskugel.

21. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß zum Ausbilden einer plankonvexen Stablinse (2), deren Länge im wesentlichen dem Krümmungsradius ihrer konvexen Endfläche entspricht, nach dem Verfahrensschritt b) in einem weiteren Verfahrensschritt der zylindrische Glasstab entlang dessen Mittelebene (1) halbiert wird.

22. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausarbeiten des zylindrischen Glasstabes im Verfahrensschritt b) durch Entnehmen eines Bohrkerns durch den Mittelpunkt der Glaskugel erfolgt.

23. Verfahren nach Anspruch 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Ausarbeiten des zylindrischen Glasstabes im Verfahrensschritt b) durch Abschleifen der Glaskugel erfolgt.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

Fig.1

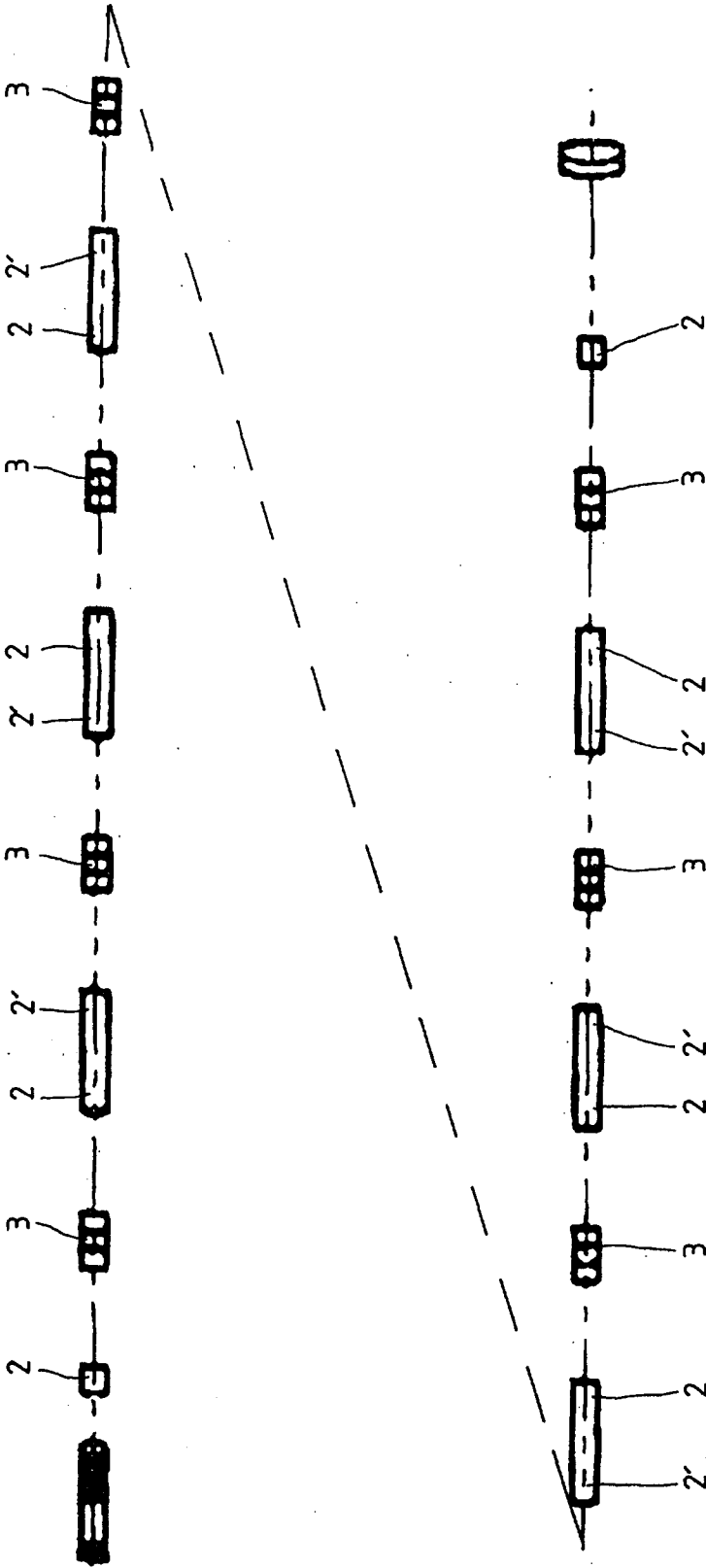


Fig. 2

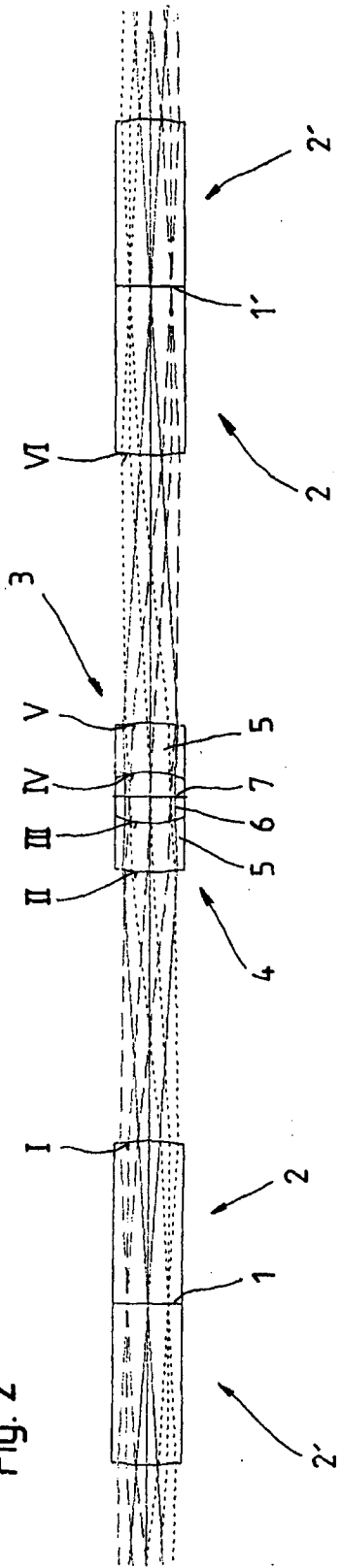


Fig. 3

